

Odborný posudek

Ocelová konstrukce sportovní haly v Třeboni



Projekt: Město Třeboň: Sportovní hala

Zpráva č.: IOK 22-17-01 Ocelová konstrukce sportovní haly – odborný posudek

Objednatel: Město Třeboň
Palackého náměstí 45/II
379 01 Třeboň

Zhotovitel: Institut ocelových konstrukcí, spol. s r. o.
Beskydská 235
738 01 Frýdek-Místek

Vypracoval: doc. Ing. Vít Křivý, Ph.D.
Ing. Petr Mynářčík, Ph.D.

Autorizoval: doc. Ing. Vít Křivý, Ph.D.
autorizovaný inženýr pro obor: Statika a dynamika staveb
číslo autorizace: ČKAIT 1104146

Datum: 05/2022

Počet stran: 26 stran

Obsah

1. Úvod.....	- 3 -
2. Použité podklady	- 4 -
3. Popis nosné ocelové konstrukce	- 5 -
4. Korozní poškození konstrukce.....	- 15 -
5. Paždíky podélných obvodových stěn.....	- 19 -
6. Statické působení nosné konstrukce	- 23 -
7. Závěr.....	- 26 -

1. Úvod

Odborný posudek technického stavu ocelové konstrukce sportovní haly byl vypracován na základě objednávky Města Třeboň (číslo objednávky: 750/6760/22) a cenové nabídky společnosti Institut ocelových konstrukcí, spol. s r. o. (číslo nabídky: IOK 22-04-01).

V souladu s výše uvedenými dokumenty byly realizovány následující činnosti:

- *Jednodenní vizuální prohlídka ocelové nosné konstrukce haly.*
- *Studium dochované stavební dokumentace.*
- *Vypracování odborného posudku.*

Cíle odborného posudku, definované v cenové nabídce, jsou následující:

- *Základně zjistit míru a rozsah korozního poškození sloupů a vyjádřit se k možnostem opravy těchto korozních poškození.*
- *Vyhodnotit, zda bude potřeba provést podrobné měření zbytkových tloušťek korozně poškozených profilů.*
- *Vyhodnotit, zda bude potřeba v rámci případných navazujících etap zaměřit geometrii a použité profily ocelové nosné konstrukce haly a další nezbytné údaje (například zjištění skladeb střešního a obvodového pláště.) pro provedení případného statického posouzení nosné konstrukce haly.*

Vizuální prohlídka byla realizována dne 12. 4. 2022. Pro prohlídku nedostupných vnějších částí objektu byla k dispozici vysokozdvížná plošina. Dále byla využita všechna přístupná místa pro vizuální prohlídku – okolní terén, interiér haly (včetně přístupných částí střešního prostoru) a zastřešení objektu.

Po dohodě s objednatelem byly připraveny dvě odkryté sondy. Sonda č. 1, provedená v místě přípoje paždíku k obvodovému sloupu (viz obrázky 1.1, 3.14 a 4.2), byla přístupna z pevného vnějšího lešení a z vnitřního střešního prostoru. Sonda č. 2, umístěná ve štitové stěně (viz obrázky 1.1 a 3.14), byla přístupná z vnitřního ochozu haly.



Obr. 1.1: Sondy připravené objednatelem

2. Použité podklady

Normy a předpisy

- [1] ČSN 73 2604 Ocelové konstrukce – Kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb.
- [2] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.
- [3] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení.
- [4] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků.
- [7] ČSN EN 1090-2 Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce.

Dokumentace k ocelové konstrukci

- [8] Projektová dokumentace (stadium projektu – výrobní dokumentace): Sportovní hala Třeboň, DN – ocelové konstrukce, číslo zakázky 79010-80002, Chemoprojekt, 1977; pouze dochované části výrobní dokumentace: výkres montážního sestavení dílců, výkres pro strojní statický výpočet, výkresy sestav jednotlivých dílců, výkresy jednotlivých položek).
- [9] výkres č. 22, zakázka 14543-01: Sportovní hala – Třeboň: detail atiky; číslo zakázky: 14543-0, Stavoprojekt České Budějovice, 1975.
- [10] Projekt: Rekonstrukce osvětlení, vzduchotechniky a zateplení budovy sportovní haly v ulici Sportovní v Třeboni. Část - Oprava střechy; č. z.: 2005-0478-Da; Dektrade a.s., 2005.
- [11] Alternativní návrh skladby ploché střechy, zakázky číslo: 2006-1600-ZP, Dektrade a.s. (specializované středisko Atelier stavebních izolací), 2006.
- [12] Projekt: Rekonstrukce osvětlení, vzduchotechniky a zateplení budovy sportovní haly v ulici Sportovní v Třeboni. Část – VKZS obvodových stěn; č. z.: 2005-0478-Da; Dektrade a.s., 2005.
- [13] Statické posouzení: Sportovní hala v Třeboni – aktuální stav. RAUTA CB s.r.o., 2019.
- [14] Stanovisko společnosti INVENTE, s.r.o. k posuzovanému stavu nosných konstrukcí objektu sportovní haly v Třeboni a řešení oprav. INVENTE, s.r.o., 11/2021.

3. Popis nosné ocelové konstrukce

Sportovní hala byla realizována v 80. letech minulého století. Rozměry hlavní nosné ocelové konstrukce jsou 49,5 x 42 m. Výška atiky je +9,6 m.

Hlavní nosná konstrukce objektu je tvořena ocelovou příhradovou deskou výšky 3000 mm (systém GYRO IIB/S), obvodovými svařovanými sloupy a stěnovými ztužidly. Na hlavní nosnou ocelovou konstrukci navazují sekundární ocelové konstrukční části, tj. především vaznice pro uložení střešního pláště a obvodové paždíky pro uložení stěnového pláště podélných obvodových stěn.

Příhradová stropní deska je navržena jako typizovaný projekt systému GYRO IIB/S vyvinutý státním podnikem Chemoprojekt, viz obrázky 3.1 až 3.3. Nosné pruty příhradové desky jsou navrženy z kruhových trubek o průměrech TR89x(3,5 mm, 6 mm, 10 mm, 16 mm, 16 mm + zesílení). Přehled dílců montážní sestavy se dochoval na výkresu *Montážní sestavy horní a spodní roviny* [8] (číslo výkresu 79010-60002/B/DN/02/001). Obvodové části stropní desky, tzv. hlavice, mají v porovnání s běžnými příhradami stropní desky odlišné konstrukční řešení, viz obrázky 3.4 a 3.5. Geometrické uspořádání hlavic lze částečně stanovit z výkresu *Disposice pro strojní výpočet* [9] (číslo výkresu 79010-60002/B/DN/02/002). Hlavice jsou navrženy z kruhových trubek o průměrech TR159x(4,5 mm, 5,5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm). Všechny použité trubky jsou podle původní projektové dokumentace navrženy z oceli 11 523 (odpovídá dnešním jakostem ocelí S355).

Sloupy a stěnová ztužidla (viz obrázky 3.5 až 3.7) jsou navrženy z otevřených svařovaných a válcovaných průřezů. Rozteč sloupů je 6 m. Detailní informace k dimenzím a použité jakosti oceli se nepodařilo dohledat. Ze zaměření pomocí metru a posuvného měřidla vyplývá, že hlavní obvodové sloupy jsou navrženy jako svařovaný I průřez o rozměrech 290x250 mm, tloušťky pásnic cca 10 mm, tloušťka stěny nezjištěna.

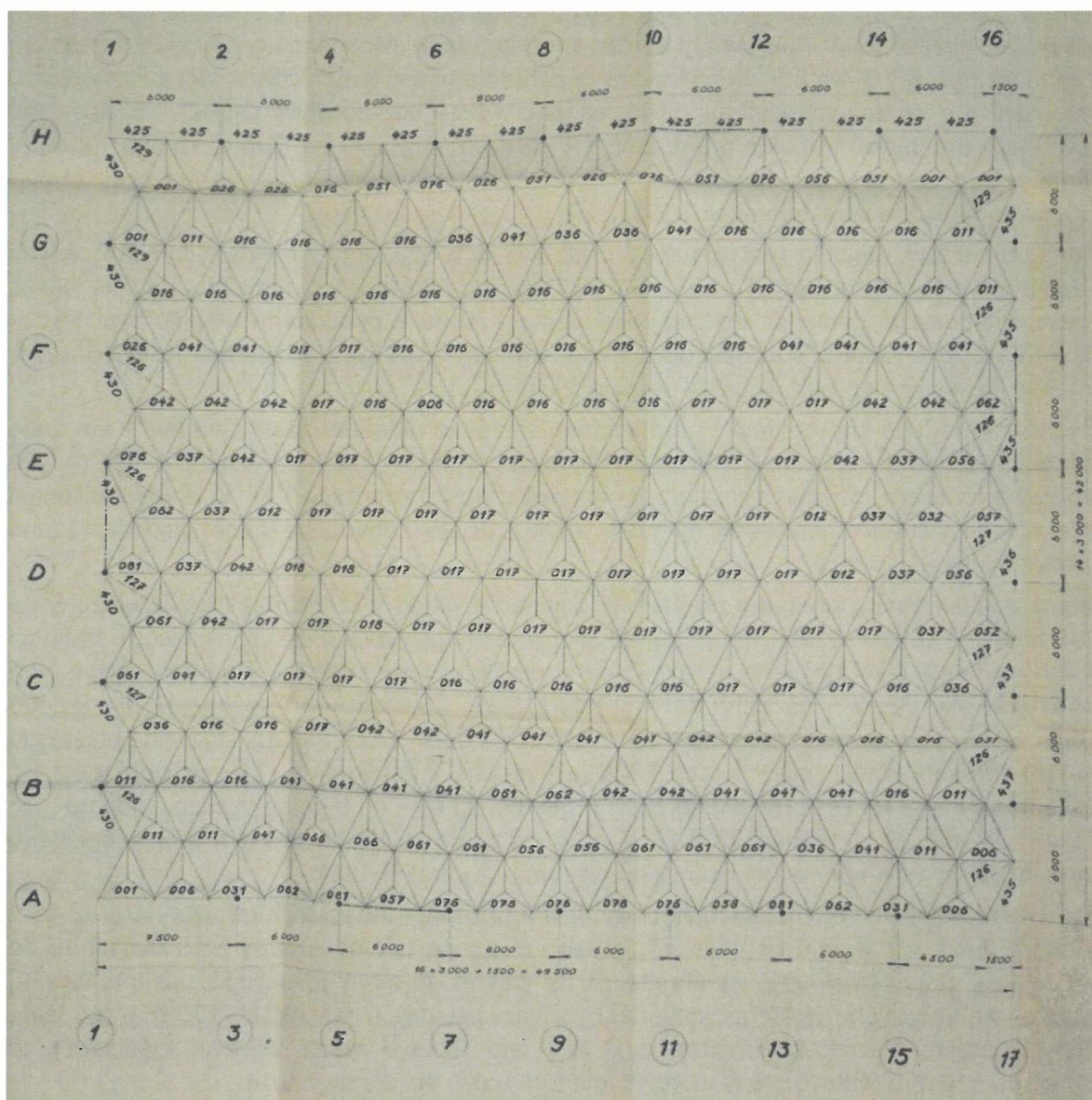
Uložení příhradové stropní desky na obvodové sloupy je navrženo jako kloubové - realizace pomocí nasunutí dvou kruhových trubek odlišných průměrů. Obdobným způsobem je rovněž realizováno uložení obvodových sloupů na kotevní desky (obrázek 3.8). Vodorovnou tuhost objektu tedy zajišťují stěnová ztužidla (vždy jedno ztužidlo v obvodové stěně) a smykově tuhá příhradová stropní deska.

Nosné ocelové prvky střešního pláště tvoří trapézový plech VSŽ 11002, který je uložený na vaznicích IPE 160 (převzato z [10]). Z prohlídky konstrukce vyplývá, že vaznice jsou v krajních polích navrženy jako zdvojené do uzavřeného profilu, viz obrázek 3.9. Podporu vaznic tvoří krátké sloupky uložené na příhradové stropní desce. Ze statického posouzení uvedeného v dokumentu [10] vyplývá, že vaznice jsou navrženy z oceli S235. Složení střešního pláště dle návrhu rekonstrukčních prací v roce 2006 je uvedeno v dokumentu [11], viz obrázek 3.10. Dokumenty [10 a 11] však nezahrnují další přídatná zatížení od tepelné izolace z minerálních vláken uložené na dřevěném podhledu, od konstrukce revizních lávek a technologického zařízení (prvky osvětlení a nefunkční klimatizace), viz obrázek 3.11.

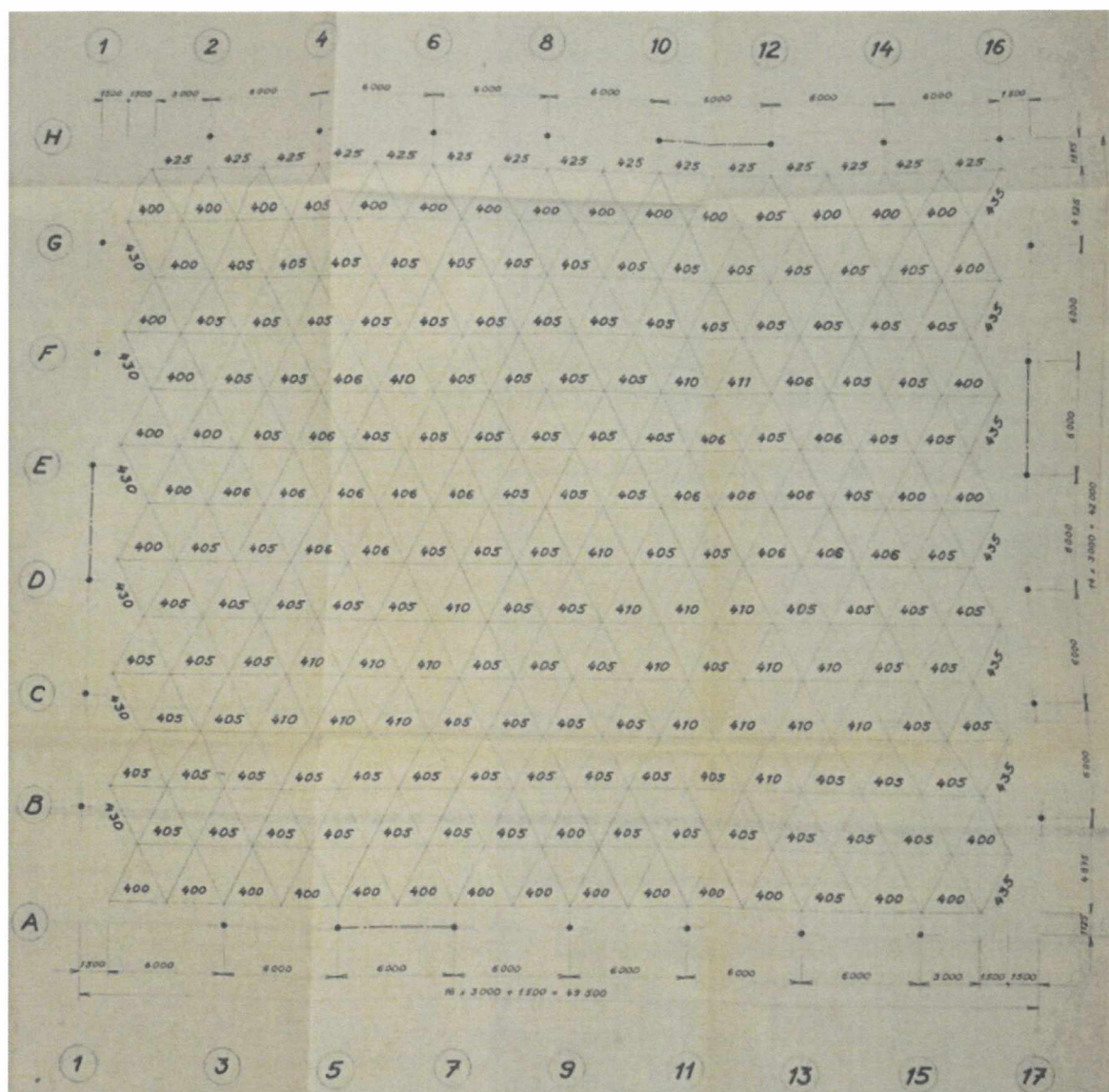
Horní část podélných obvodových stěn je nesena paždíky (netradiční svařovaný průřez – viz obrázek 3.12), které jsou pomocí šroubového spoje se dvěma šrouby M16 uchyceny do obvodových nosných sloupů, viz obrázek 3.13. Obvodové stěny jsou podle dokumentu [12] vyzděny ze spárového režného lícovaného zdiva v celkových tloušťkách 150 mm (podélné stěny v úrovni mezistřešního prostoru), 300 mm (štíťové stěny v úrovni mezistřešního prostoru), 510 mm (štíťové stěny v úrovni interiéru haly), viz obrázek 3.14.



Obr. 3.1: Příhradová stropní deska (GYRO IIB/S) – vybrané fotografie



Obr. 3.2: Příhradová stropní deska (GYRO IIB/S) – montážní sestavení horní roviny (jehlany) [8]

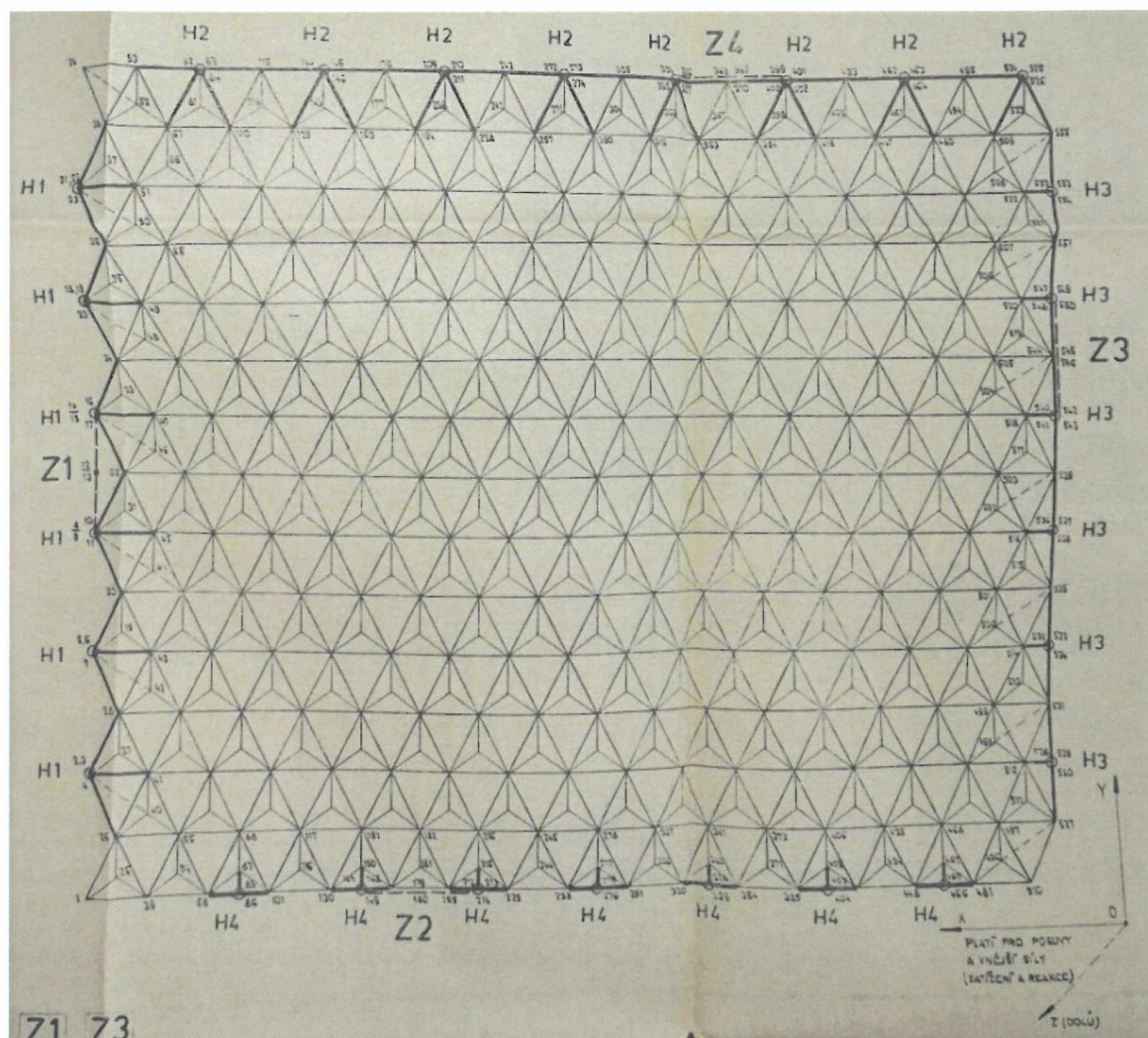


Obr. 3.3: Příhradová stropní deska (GYRO IIB/S) – montážní sestavení spodní roviny (trojúhelníky) [8]





Obr. 3.4: Hlavice příhradové stropní desky – vybrané fotografie



Obr. 3.5: Umístění hlavic a ztužidel [9]

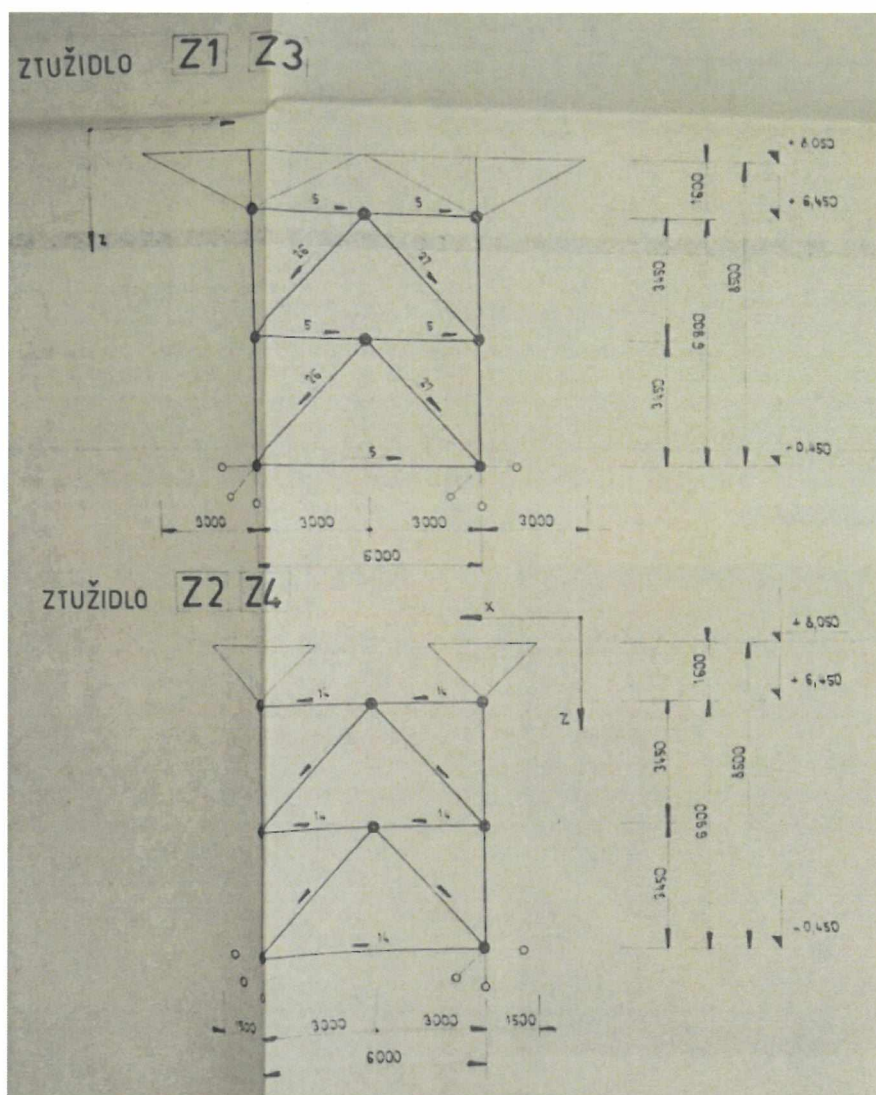


horní část stěnového ztužidla Z3
ve štitové stěně (řada 17)



horní část stěnového ztužidla Z4
v podélné stěně (řada H)

Obr. 3.6: Stěnová ztužidla – vybrané fotografie



Obr. 3.7: Stěnová ztužidla – geometrické uspořádání



Obr. 3.8: Konstruktivní řešení kloubového spoje (vlevo – uložení stropní desky na sloup; vpravo – uložení sloupu na základ)



U profily svařené do boxu

vaznice s otevřeného I profilu

podpěrné sloupky oslabené výřezem

Obr. 3.9: Střešní vaznice

Skladba A
-skladba střešní pláště určená mimo požárně nebezpečný prostor

č.	Vrstva	Funkce vrstvy	Tloušťka (mm)
1	Fólie z mPVC vyztužená polyesterovou tkaninou ALKORPLAN 35 176 vyhovující zkoušce typu A – šíření plamene střešním pláštěm v požárně nebezpečném prostoru). -fólie mechanicky kotvena v přesazích k podkladu (šířka role a počet kotevnických prvků určený na základě výpočtu od zatížení větrem)	Hlavní hydroizolace	1,5
2	Netkaná textilie z polypropylenových vláken gramáže 300g/m ² FILTEK 300	Separace	3
3	Rovné desky z objemově stabilizovaného samozhášivého pěnového polystyrenu EPS 100S Stabil (desky kladeny na vazbu a mechanicky kotveny k podkladu)	Tepelně-izolační	80
4	vrstva oxidovaných asfaltových pásů s nenasákovou vložkou ze skleněné tkaniny vyspravená přířezy asfaltového pásu SKLOBIT 40 MINERAL	Parotěsná a pojistná	4
5	Betonová mazanina	Roznášecí	20
6	Křemelinové desky	Tepelně-izolační	65
7	Původní trapézový plech	Nosná	1,0
8	Vzduchová vrstva napojená na interiér haly	Odvětrání	2500
9	Dřevěný podhled	Pohledová	20

Skladba B

-skladba střešního pláště určená v požárně nebezpečném prostoru
rozdělení ploché střechy v polovině na úseky menší než 1500 m² pruhem o minimální šířce 2m

č.	Vrstva	Funkce vrstvy	Tloušťka [mm]
1	Fólie z mPVC vyztužená polyesterovou tkaninou ALKORPLAN 35 176 vyhovující zkoušce typu A – šíření plamene střešním pláštěm v požárně nebezpečném prostoru). -fólie mechanicky kotvena v přesazích k podkladu (šířka role a počet kotevních prvků určený na základě výpočtu od zatížení větrem)	Hlavní hydroizolace	1,5
2	Rovné desky z tužených minerálních vláken ORSIL S (desky kladeny na vazbu a mechanicky kotveny k podkladu)	Tepelně-izolační	80
3	vrstva oxidovaných asfaltových pásů s nenasákavou vložkou ze skleněné tkaniny vyspravená příjezy asfaltového pásu SKLOBIT 40 MINERAL	Parotěsná a pojistná	4
4	Betonová mazanina	Roznášecí	20
5	Křemelinové desky	Tepelně-izolační	65
6	Původní trapézový plech	Nosná	1,0
7	Vzduchová vrstva napojená na interiér haly	Odvětrání	2500
8	Dřevěný podhled	Pohledová	20

Obr. 3.10: Skladba střešního pláště dle dokumentu [11]



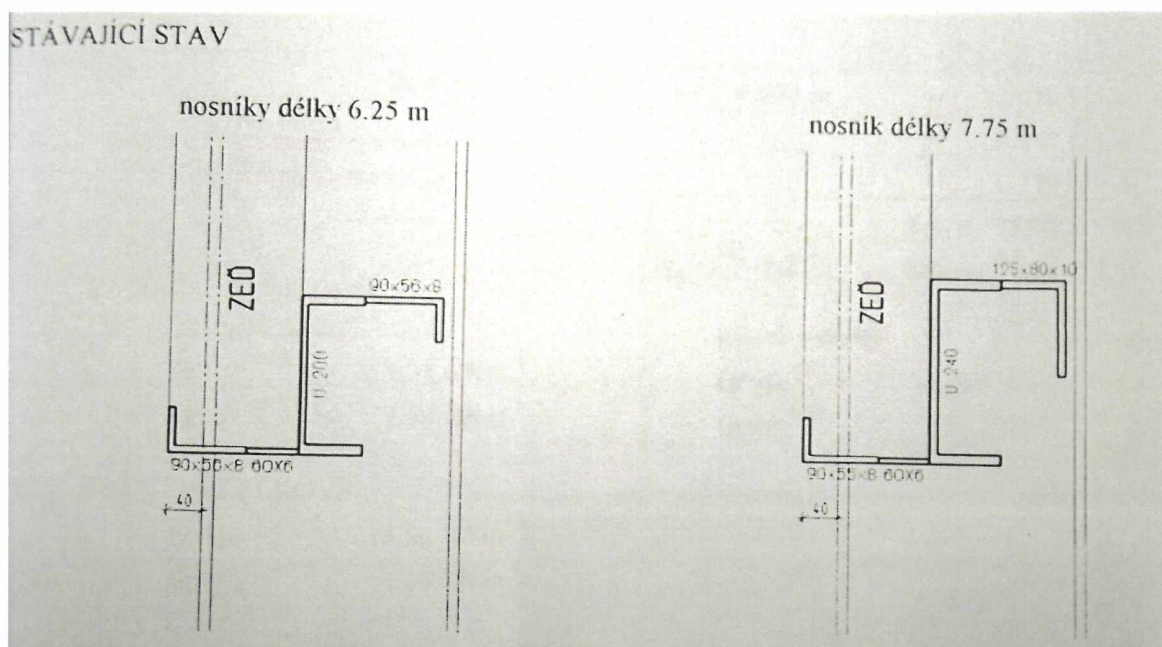
tepelná izolace uložena na dřevěném podhledu



revizní lávka

klimatizace
(nefunkční - podle informací zástupců města)

Obr. 3.11: Přídavná zatížení střechy nezahnutá do dokumentu [11]



Obr. 3.12: Průřezy paždíků podle dokumentu [12]



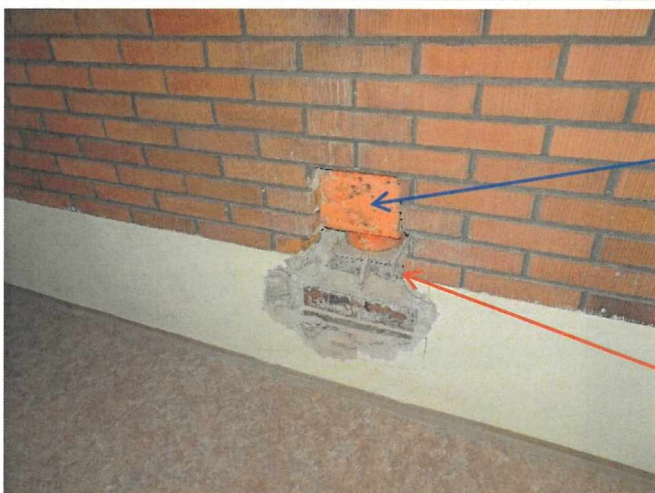
Obr. 3.13: Šroubový přípoj paždíku ke sloupu podélné obvodové stěny (sonda č. 1)



zdivo v podélné stěně v úrovni
mezistřešního prostoru
(sonda č. 1)



zdivo ve štítové stěně v úrovni
mezistřešního prostoru



Pozn.: Sloup v místě sondy bez
významného korozního napadení.

zdivo ve štítové stěně v úrovni
interiéru haly
(sonda č. 2)

Obr. 3.14: Obvodové stěny

4. Korozní poškození konstrukce

Korozní poškození bylo identifikováno v horní části sloupů (v úrovni mezistřešní vyzdívky, viz obrázek 4.1) a na paždicích podélných obvodových stěn (viz obrázek 4.2). Lokálně mohou být výše uvedené konstrukční prvky oslabeny maximálně o 2 mm tloušťky (odborný odhad na základě vizuální prohlídky). Příčinou korozního poškození je především nevhodný teplotně-vlhkostní režim v oblasti tepelného mostu způsobeného umístěním tepelně nechráněných ocelových prvků mezi vnitřním střešním prostorem a exteriérem objektu.

Příčiny vzniku korozního poškození jsou detailněji popsány v dokumentech [12 a 13], autoři této zprávy mají na příčiny vzniku korozního poškození stejný názor.

Míra korozního poškození je staticky významná. Podle názoru autorů této zprávy však je možné realizovat opravu korozně poškozených míst. Aby bylo možno opravu realizovat, bude nezbytné kvůli zajištění přístupu ke sloupům odstranit zdivo z podélných obvodových stěn v úrovni mezistřešního prostoru (toto opatření je potřeba provést i s ohledem na nedostatečnou únosnost a tuhost samotných paždíků, viz kapitola 5).

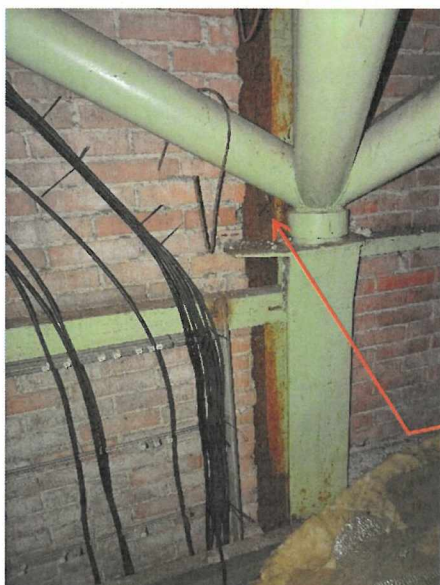
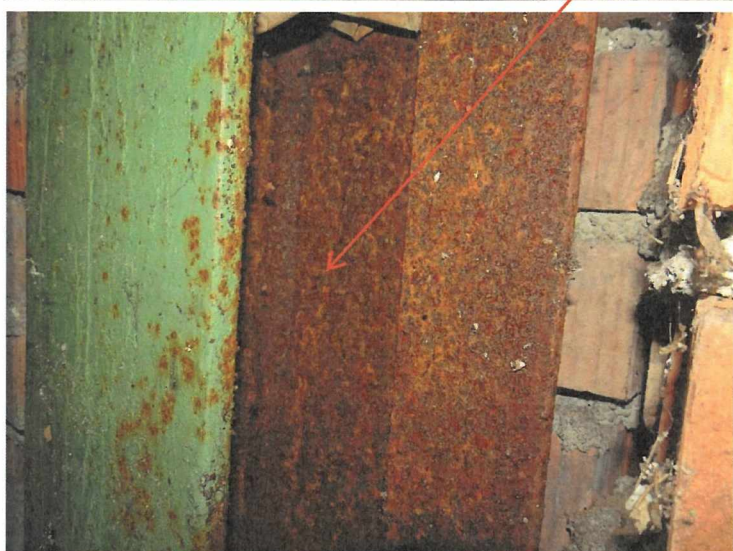
Způsob opravy (pravděpodobně navařením zesilujících prvků na nosný profil sloupů) se doporučuje koordinovat na základě zvoleného způsobu náhrady stávajícího obvodového pláště. Návrh zesílení se doporučuje provést na základě statického posudku zohledňujícího celkové prostorové působení nosné ocelové konstrukce sportovní haly a reálně změřených zbytkových tloušťek nosných prvků (měření lze provést až na přístupné konstrukci). Alternativně (bez podrobného statického modelu) lze provést zesílení stojiny a pásnic sloupů po celé délce korozního oslabení pomocí celoobvodově přivařených zesilujících plechů minimální tloušťky P8 (alternativní řešení uplatnit pouze za předpokladu, že bude zachována podmínka nenavyšování přetížení střechy haly oproti současnému stavu – viz kapitola 6).

Lokální korozní poškození bylo rovněž identifikováno v dolních styčnicích příhradové desky, viz obrázek 4.3. V uzavřeném detailu dochází ke zvýšené zádrži vlhkosti a nečistot. Vzhledem ke skutečnosti, že detail se v konstrukci mnohonásobně opakuje, doporučují autoři věnovat zvýšenou pozornost opravě systému protikorozní ochrany v tomto detailu (nelezení proveditelného a přitom dostatečně účinného řešení). Kvůli špatné přístupnosti detailu k opravám pravděpodobně nebude možné provést kvalitní očištění spoje od korozních produktů. Autoři zprávy proto doporučují konzultovat optimální způsob opravy s vhodným odborným pracovištěm zabývajícím se problematikou korozního poškození (např. SVÚOM, s.r.o.). Před realizací návrhu opravy se doporučuje na statisticky dostatečně rozsáhlém vzorku styčniců (cca 20 styčniců) provést změření reálných tloušťek styčnickové trubky, aby bylo možné odhadnout míru korozního oslabení.

Výše uvedená doporučení k obnově protikorozní ochrany a k případnému zesílení nosných sloupů haly doporučujeme realizovat nejpozději do tří let od vydání této zprávy.



pro zajištění přístupu ke sloupům
kvůli opravy nátěrového systému
a případného zesílení bude
nezbytné odstranit zdivo



Obr. 4.1: Korozní napadení horní části sloupů (vybrané typické ukázky)

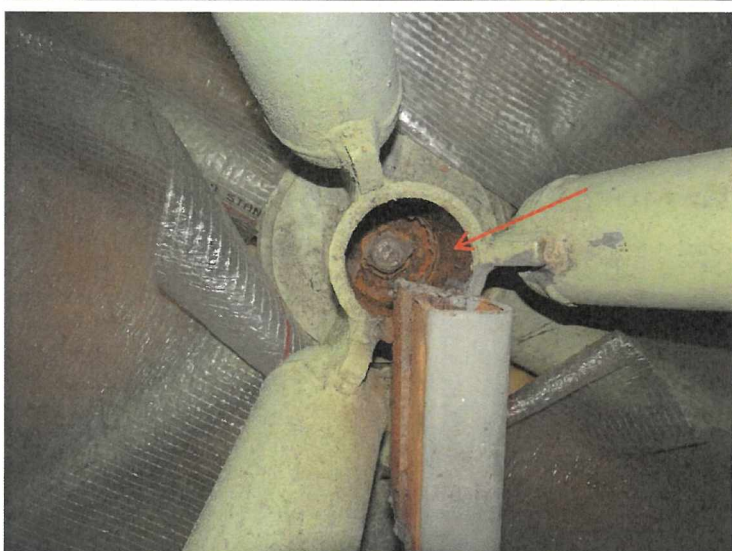


šroubový spoj



sonda č. 1

Obr. 4.2: Korozní napadení v oblasti připoje pažníků ke sloupům (vybrané typické ukázky)



Obr. 4.3: Korozní napadení v dolních styčnicích příhradové desky

5. Paždíky podélných obvodových stěn

Paždíky přenášejí zatížení od podélných obvodových stěn, které jsou na paždicích uloženy. Paždíky rovněž přispívají k prostorovému spolupůsobení nosné konstrukce haly a ke snížení vzpěrné délky sloupů.

Kromě korozního poškození, viz kapitola 4, byly u paždíků identifikovány i další poruchy. Především byla zjištěna nedostatečná tuhost paždíků – při kontrole z pojízdné plošiny bylo možno identifikovat nadměrné průhyby paždíků (odhadem cca 1/100 délky prvku). U některých paždíků bylo zjištěno jejich nekvalitní provedení (především u svarových spojů). Vybrané poruchy paždíků jsou znázorněny na obrázku 5.1.

Obvodové zdivo uložené na paždicích je místy vyboulené směrem do exteriéru. Příčinu vyboulení nelze jednoznačně určit, nelze však vyloučit skutečnost, že je vyboulení v příčinné souvislosti s nedostatečnou tuhostí paždíků (dalšími možnými příčinami vyboulení stěn je jejich nekvalitní provedení či nevhodný tepelně-vlhkostní režim obvodového pláště).

Dlouhodobé ponechání konstrukce podélných obvodových stěn v současném stavu je podle názoru autorů zprávy nepřípustné. **Odstranění současného obvodového zdiva** je nezbytné i s ohledem na potřebu rekonstrukce korozně poškozených částí nosných sloupů haly (obnova protikorozní ochrany a případné zesílení), viz kapitola 4.

Autoři zprávy doporučují do tří let od vydání zprávy realizovat nezbytnou opravu. Navržené řešení je vhodné připravit odborně způsobilou osobou pro oblasti tepelné techniky a navrhování obvodových plášťů. Pro rozteč sloupů 6 m lze uplatnit například řešení běžné používané pro ocelové konstrukce hal – sendvičové panely umístěné buď mezi sloupy, nebo na pomocné sekundární konstrukci z paždíků. Panely se vyrábějí i s cihelnou povrchovou imitací, viz např. referenční stavba společnosti Unihal s.r.o. znázorněná na obrázku 5.2.

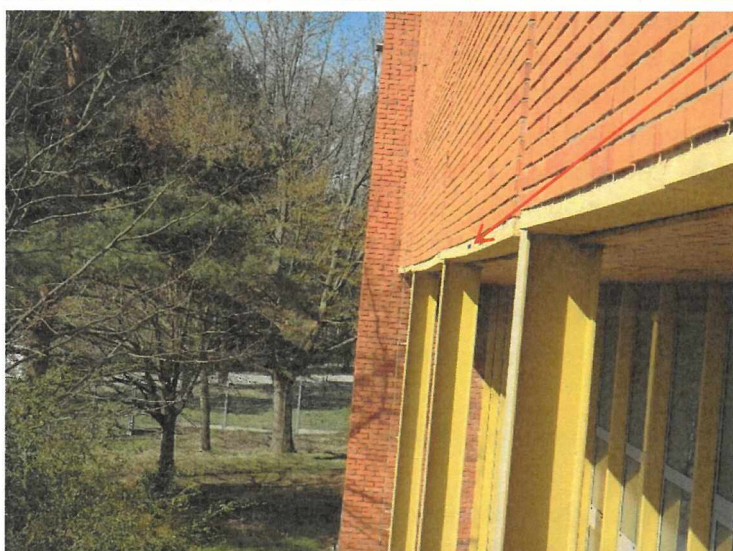
V souvislosti s potřebou odstranění podélných zděných obvodových stěn je vhodné upozornit i na následující souvislosti:

- Při bourání stěn bude poškozena i střešní atika, která je přímo uložena na obvodových stěnách, viz obrázek 5.3.
- Potřeba odstranění obvodových stěn je vyvolána nejen výše uvedenými důvody pro rekonstrukci ocelových konstrukčních prvků, ale také poruchami samotných stěn (trhliny ve zdivu, povrchová eroze, nedodržení přímosti stěn atp.), viz obrázek 5.4.
- Dřevěný podhled je místy v havarijním stavu. Nejvíce poškozené části doporučujeme bezodkladně opravit, viz obrázky 5.1 a 5.5.
- Navržené řešení opravy musí zajistit spolupůsobení sousedních sloupů objektu.
- K obdobným zjištěním, která jsou uvedena v tomto dokumentu, dospěli také autoři dříve realizovaných posudků [12, 13].



vyboulení zdiva

průhyb pažníků cca $L/100$



nekvalitní svarové spoje

poškozený dřevěný podhled



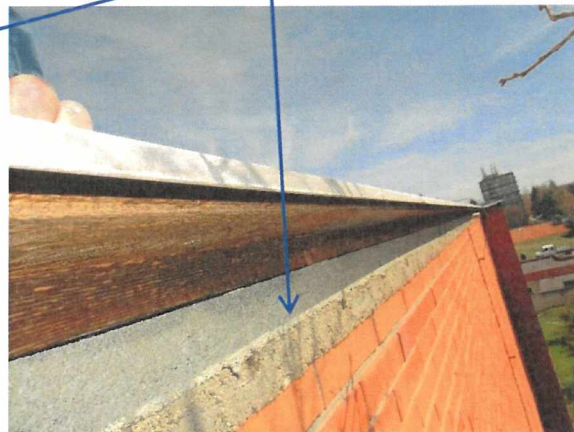
nekvalitní svarový spoj

Obr. 5.1: Poruchy paždíků (vybrané ukázky)



Obr. 5.2: Ukázka opláštění haly sendvičovými panely
(převzato z <https://www.unihal.cz/fotogalerie-montovane-haly>)

střešní atika uložena na
obvodových stěnách



Obr. 5.3: Střešní atika



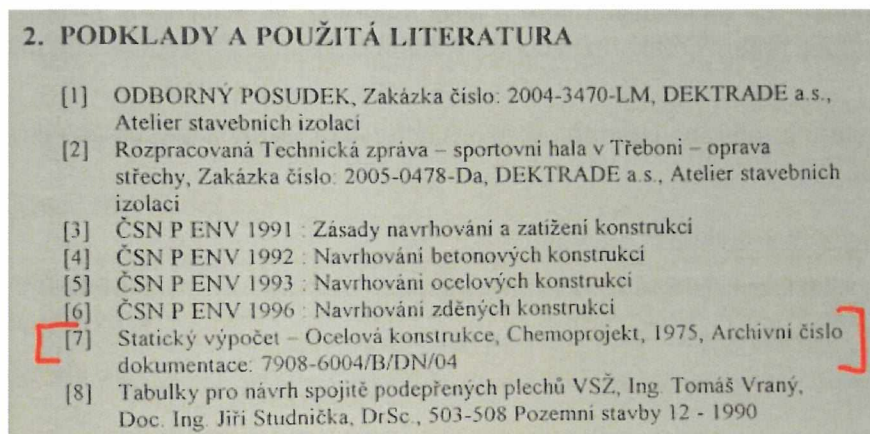
Obr. 5.4: Poruchy obvodového zdiva (vybrané ukázky)



Obr. 5.5: Poškození dřevěného podhledu (vybraná ukázka)

6. Statické působení nosné konstrukce

Původní statický výpočet, který byl pravděpodobně součástí dokumentace [8, 9], se nedochoval. Tento statický výpočet však byl k dispozici autorům zprávy z roku 2005 [10], neboť se na tento dokument odkazují ve zprávě, viz obrázek 6.1. Autoři této zprávy doporučují objednateli oslovit společnost DEKTRADE a.s. (pana Ing. Richarda Valentu) s dotazem, zda se výše uvedený dokument nenachází v archivu společnosti.



Obr. 6.1: Kopie strany 2 z dokumentu [10]

Pro zodpovědné rozhodnutí o možnostech dalšího dlouhodobého spolehlivého fungování nosné ocelové konstrukce je, podle názoru autorů této zprávy, vhodné postupovat podle jednoho z následujících přístupů:

- a) Provedení statického posouzení celé ocelové konstrukce sportovní haly. O možnostech rekonstrukčních prací rozhodnout na základě provedeného statického posudku.
- b) Alternativním řešením je provedení základních oprav a zajištění takového provozu objektu, které vyloučí přetížení střešní konstrukce oproti stavu uvažovanému v původní dokumentaci.

Pro provedení **komplexní statické analýzy** nosné konstrukce haly podle bodu (a) bude zapotřebí detailně stanovit geometrické uspořádání všech nosných prvků, použité průřezy a skladby pláště. Z výše uvedených údajů pak lze vytvořit statický model konstrukce, na základě kterého bude možné určit únosnost konkrétních prvků a konstrukce jako celku. Podle názoru autorů této zprávy je provedení takovéto analýzy možné, je však potřeba si uvědomit následující skutečnosti:

- Podstatnou část statického modelu bude pravděpodobně možné vytvořit z dochovaných částí projektové dokumentace [8, 9]. Některé konstrukční prvky však bude potřeba zaměřit (včetně korozně poškozených prvků), což může být poměrně časově a finančně náročné. Rovněž vypracování statického modelu a následné analýzy jsou dosti komplikované.
- Pokud se provádí rekonstrukce objektu, pak je potřeba provádět statické analýzy podle současně platných norem, které obecně kladou přísnější požadavky na prokázání spolehlivého fungování nosné konstrukce. Nelze tak vyloučit skutečnost, že po provedení komplexní statické analýzy mohou být některé konstrukční prvky nebo celé konstrukční celky prohlášeny za nevyhovující, aniž by došlo k jakémukoliv navýšení stálých zatížení oproti původnímu projektu.

Alternativní metoda podle bodu (b) zahrnuje provedení nezbytných opravy (tyto musí být provedeny vždy) a dále zavedení speciálního režimu konstrukce, který vyloučí přetěžování nosných prvků oproti stavu uvažovanému v původní projektové dokumentaci.

Podle názoru autorů této zprávy patří mezi nezbytné opravy obnova protikoroze ochrany sloupů podélných stěn. Sloupy s korozním úbytkem přesahujícím 1 mm původní tloušťky (měření provést po odstranění podélných obvodových stěn) se doporučuje zesílit v souladu s doporučeními uvedenými v kapitole 4. Logickou součástí nezbytných oprav je rovněž odstranění současných podélných obvodových stěn a jejich náhrada, viz kapitola 5. Dále je potřeba navrhnout dlouhodobé řešení protikoroze ochrany dolních styčníků příhradové střešní desky.

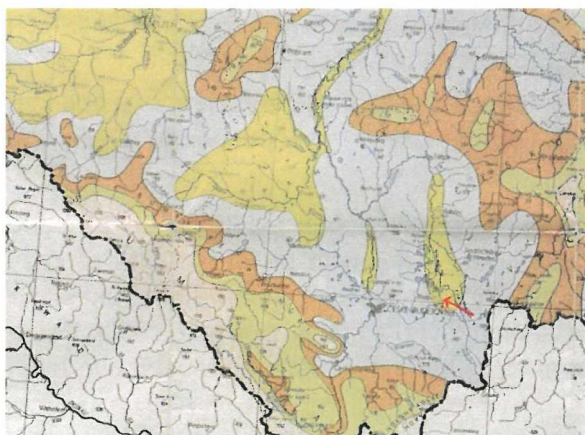
Z vnitřního střešního prostoru je potřeba odstranit veškeré nefunkční technologie, především pak nefunkční klimatizaci.

Přetížení střechy oproti původní projektové dokumentaci:

nové svrchní vrstvy (fólie + textilie + EPS100S 80 mm).....	0,05 kN/m ²
revizní lávky (odhad).....	0,10 kN/m ²
<u>zateplení dolního pásu.....</u>	<u>0,15 kN/m²</u>
CELKEM.....	0,30 kN/m ²

Výpočtová hodnota zatížení sněhem pro Třeboň (I. sněhová oblast) dle původní normy ČSN 73 0035.

$$s_v = 1,4 \cdot 0,50 = 0,70 \text{ kN/m}^2$$



Obr. 6.1: Mapa zatížení sněhem z původní normy ČSN 73 0035

Z porovnání přetížení střešní konstrukce a výpočtové hodnoty zatížení sněhem, na kterou byla v 70. letech konstrukce střechy pravděpodobně dimenzována, lze stanovit omezení pro **maximální tíhu sněhu na střešní konstrukci:**

$$s_{MAX} = 0,70 - 0,30 = 0,40 \text{ kN/m}^2 \text{ (tj. } 40 \text{ kg/m}^2\text{)}$$

Pro zajištění spolehlivého provozu objektu tak lze zavést provozní požadavek na odklízení sněhu ze střechy (případně zastavení provozu v tělocvičně) při překročení přípustné hodnoty zatížení sněhem na střeše odpovídající 40 kg/m². Na konstrukci střechy dále nesmí být instalována žádná další přídavná zatížení.

Zjištění reálného zatížení sněhem je poměrně jednoduché. Jedna z možných metod je následující – ze střešní konstrukce se odebere veškerý sníh z referenční plochy 1 m², sníh se nechá rozpustit a následně se zváží vodní hodnota sněhu, případně se stanoví její objem a vodní hodnota se dopočítá.

Orientačně lze využít i hodnoty objemové hmotnosti sněhu a hodnotu zatížení dopočítat z výšky sněhové pokrývky: čerstvě napadaný sníh 100 kg/m³, ulehlý sníh 200 kg/m³, mokry sníh 400 kg/m³. Tato metoda je však dosti nepřesná a měla by být používána pouze k přibližnému odhadu zatížení sněhem.

Způsob a metodiku zjišťování zatížení sněhem by měl provozovatel objektu zahrnout do provozního předpisu. Musí být určena osoba, která bude zodpovědná za monitorování zatížení sněhem a musí o tom vést záznamy.

Pro odklizení sněhu ze střechy doporučujeme povolat specializovanou firmu nebo nechat zaškolit konkrétní pracovníky města. Vždy je potřeba dodržovat zásady bezpečnosti práce, aby nemohlo dojít ke zranění osob provádějících odklizení sněhu ani osob pohybujících se v okolí objektu. Osoby na střeše musí používat bezpečnostní jištění (využít stávající kotvicí body na střeše). Sníh je nutno odstraňovat rovnoměrně a symetricky vůči půdorysu střechy (začít od obvodu a pokračovat směrem ke středu rozpětí). Nesmí docházet k nahnování sněhu na jedno místo.

Zásady shazování sněhu ze střechy lze nalézt například na webových stránkách: <https://www.bozp.cz/aktuality/bezpecne-shazovani-snehu-ze-strechy/>.

K dispozici jsou rovněž metody nepřímého sledování zatěžování střešní konstrukce, tzv. systémy včasného varování. Specializované firmy mohou dodat zařízení na systematické automatizované měření průhybu nosných prvků střešní konstrukce. K plnohodnotnému uplatnění těchto systémů je však vhodné mít k dispozici statický posudek nosné konstrukce objektu - viz bod (a). Detaily z aplikace systému na obdobném objektu lze nalézt např. na: <http://old.konstrukce.cz/clanek/system-vcasneho-varovani-proti-pretizeni-stresni-konstrukce-hal-klimatickym-zatizenim/>.

7. Závěr

Výsledky plynoucí z realizace vizuální prohlídky a ze studia dochované stavební dokumentace je možné shrnout do následujících hlavních bodů:

- Technický stav hlavní nosné ocelové konstrukce objektu, tvořené příhradovou stropní deskou, obvodovými sloupy a stěnovými ztužidly, umožňuje, při dodržení konkrétních opatření, další provoz stávajícího objektu.
- Nejpozději do tří let je potřeba realizovat rekonstrukci korozně napadených prvků konstrukce (sloupy, paždíky, styčníky příhradové desky). Rekonstrukci paždíků a sloupů je možno provést pouze při současném odstranění obvodových zdí, které jsou na paždicích uloženy. Detailní informace jsou uvedeny v kapitolách 4 a 5.
- Nejvíce poškozené části dřevěného podhledu u paždíků doporučujeme opravit bezodkladně.
- Podmínkami dalšího spolehlivého fungování ocelové konstrukce jsou zajištění nezbytných oprav (viz předchozí body) a současné upravení provozního řádu objektu s ohledem na maximální přípustné zatížení střechy. Detailní informace k provozním podmínkám jsou uvedeny v kapitole 6 pro „alternativní metodu“ dle bodu (b).
- Zajištění provozu podle „alternativní metody“ uvedené v kapitole 6 doporučujeme zavést již během tohoto roku, tj. před zimní sezónou.

Zajištěním provozu objektu podle podmínek „alternativní metody“ se pro pověřené zástupce města vytvoří dostatečný časový prostor pro kvalifikované rozhodnutí o dalším fungování objektu, přípravu projektové dokumentace a rekonstrukčních prací, zhodnocení architektonické a funkční hodnoty objektu atp.

- Pro zodpovědné plánování dalšího dlouhodobého využití objektu by bylo vhodné mít k dispozici komplexní statický posudek nosné ocelové konstrukce haly v souladu s bodem (a) uvedeným v kapitole 6. Pro vytvoření statického modelu konstrukce bude nezbytné provést zaměření části konstrukce, zbytek modelu bude možno vytvořit z dochované dokumentace.
- Autoři zprávy si rovněž dovoluují uvést subjektivní názor k ocelové nosné konstrukci objektu s ohledem na její historickou hodnotu. Nosný systém příhradových desek GYRO byl vyvinut v 70. letech státním podnikem Chemoprojekt Brno, výrobce JTT Veselí na Moravě. Jedná se o stavebnicový systém (v ČSSR i ve světě bylo v té době vyvinuto více stavebnicových systémů). Zajímavostí těchto konstrukcí je, že se k jejich projektování využívaly počítače, včetně optimalizačních procesů, což je pro období projekce velmi pokročilý přístup. Kromě úplného statického výpočtu se pomocí počítače získaly i údaje pro kreslení montážních sestav. Výše uvedené informace byly převzaty z odborné literatury: *Rühle, H et al. Priestorové strešné konštrukcie. 2. diel. Bratislava, 1979.*

Na dobu výstavby je rovněž nezvyklé použití výšepevné oceli řady 52 (dnes S355), oproti běžně používaným ocelím řady 37 (dnes S235).

Podle názoru autorů této zprávy představuje nosná ocelová konstrukce velmi zajímavé a v dnešní době už poměrně vzácné inženýrské dílo, které, mimo jiné, dokumentuje vysokou úroveň znalostí a dovedností projektantů a výrobců ocelových konstrukcí působících v ČSSR v 70. a 80. letech minulého století.

Výše uvedené informace uvádějí autoři zprávy s ohledem na možné úvahy o vyhodnocení historické hodnoty objektu.